

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-11050

(43)公開日 平成9年(1997)1月14日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 P 15/32			B 2 3 P 15/32	
B 2 3 B 51/00			B 2 3 B 51/00	M

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平8-133328

(22)出願日 平成8年(1996)5月28日

(31)優先権主張番号 4 9 4 0 4 8

(32)優先日 1995年6月23日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシー
ズ・コーポレーション

I N T E R N A T I O N A L B U S I N
E S S M A S C H I N E S C O R P O
R A T I O N

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州
アーモンク (番地なし)

(72)発明者 マイケル・ピッカム

アメリカ合衆国78753 テキサス州オース
チン ノース・ラマー・プールバード
9036

(74)代理人 弁理士 合田 潔 (外2名)

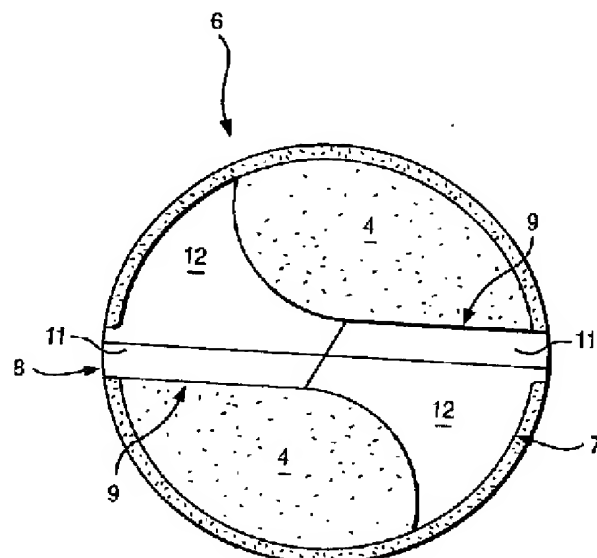
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 マイクロドリル及びその作成方法

(57)【要約】

【課題】 孔の位置精度及び品質を改善し、孔の形成を迅速にし、かつ耐用期間の長いマイクロドリルを提供する。

【解決手段】 炭化タングステン・ベースのマイクロドリルを、高温ダイヤモンド状カーボンで数ミクロンの厚さに被覆する。次に、マイクロドリルの切削ファセットを研磨して、炭化タングステン材料を露出させる。この清面を低摩擦材料で被覆し、切削面のファセットには、そのような被覆がないマイクロドリルは、著しく長いドリルの耐用期間とより高い穿孔位置精度を示し、大幅に高い切り屑負荷量で動作でき、プリント回路板に高品質の孔を作成する際に特に有用である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】炭化タングステンを含む材料で溝付きドリルを作成する段階と、
前記ドリルの溝面に極めて低摩擦の材料を被覆する段階と、
前記ドリルの切削面に前記炭化タングステンを露出させる段階とを含むドリルを作成する方法。

【請求項2】前記被覆段階が、前記ドリルを高温ダイヤモンド状カーボンで被覆する処理を含み、
前記露出段階が、前記切削面から前記高温ダイヤモンド 10
状カーボンを選択的に除去する処理を含むことを特徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項3】前記被覆した材料の厚さが、公称1～10マイクロメートルであることを特徴とする、請求項1または2に記載の方法。

【請求項4】前記露出段階が、前記ドリルの先端の刃付け作業を含むことを特徴とする、請求項1または2に記載の方法。

【請求項5】前記ドリルが2つの溝を有し、
前記ドリルの組成が、公称94パーセントの炭化タング 20
ステン結晶と6パーセントのコバルト・バインダであり、
前記ドリルの直径が、公称0.5ミリメートル以下であることを特徴とする、請求項1ないし4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項6】実質的に炭化タングステンからなる溝付きドリル・ボディと、
前記ドリル・ボディの溝面を被覆する極めて低摩擦の材料の薄い層と、
前記炭化タングステンが露出した、前記ドリル・ボディ 30
の切削面のファセットとを備えるドリル。

【請求項7】前記薄い層が高温ダイヤモンド状カーボンからなり、
前記露出した炭化タングステンが、前記ドリル・ボディの刃付け先端にあることを特徴とする、請求項6に記載のドリル。

【請求項8】前記薄い層の厚さが、公称1～10マイクロメートルであることを特徴とする、請求項6または7に記載のドリル。

【請求項9】前記ドリルが2つの溝を有し、
前記ドリルの組成が、公称94パーセント以上の炭化タ 40
ングステン結晶と6パーセント以下のコバルト・バインダであり、
前記ドリルの直径が、公称0.5ミリメートル以下であることを特徴とする、請求項6ないし8のいずれか一項に記載のドリル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般にドリルに関する。より詳細には、本発明は、マイクロドリルの性能 50

を改善する選択的被覆を対象とする。

【0002】

【従来の技術】多層電子プリント回路板は、様々な層内の銅パターンの中で電氣的相互接続を必要とする。この相互接続は、一般にビアまたはメッキ・スルーホールと呼ばれ、様々な基板層によって画定された回路間で、電力、電氣接地、及び処理信号を伝える。層から層への実際の接続は、基板を貫通するように開けられた孔の中に銅メッキ層を形成することによって達成され、その孔の位置が、層間の相互接続を画定する。電子デバイスが小さくなり動作周波数が上昇するにつれて、個々の孔の大きさは小さくなり、基板表面単位面積当たりの孔の数は増え続けている。従来の方法では、ビアの位置を画定する孔は、一般にマイクロドリルと呼ばれる高速で直径の小さなドリル・ビットを使って孔開けされる。

【0003】プリント回路板にビアを作成する従来の方法には、2つの段階がある。1つは、穿孔と呼ばれる機械的プロセスを利用して、多層基板のファイバ・ガラスと銅の積層板に孔を作成する。その後、メッキと呼ばれる化学的プロセスによって、機械的に開けた孔に導電性の銅層を形成する。したがって、孔の穿孔プロセスの品質が、孔の位置精度及び孔の滑らかさの点でボードに形成されるビアの品質に影響を及ぼす。

【0004】プリント回路板工場の資本の約20%が機械的穿孔プロセス機器に投資されることは珍しいことではない。プリント回路板製造の他の段階に比較して、穿孔プロセスは遅いものである。各孔は穿孔機械で連続して穿孔される。穿孔機械は微細化された多層プリント回路板に要求される高い精度を維持する。典型的な機械は正規のチップ負荷で毎秒約3個の孔を穿孔する。

【0005】プリント回路板工業用のマイクロドリル・ビットの直径は約0.1ないし0.5ミリメートルまで変動する。業界標準のツイスト・タイプのマイクロドリルは8パーセントのコバルト・バインダで接合(cement)された92パーセントの炭化タングステン結晶で製造される。炭化タングステンは複数のエポキシ層、銅層及びケイ素ガラス層を有する積層プリント回路板を貫通するのに適した耐磨耗性を示す。典型的な使用方法において、マイクロドリルは取り替えたり、再刃付けを行わなければならないまでに、約1100個の孔を作成することができる。業界全体では、この範囲は1000～2000個の孔となっている。

【0006】調査を行ったところ、マイクロドリルの切削面のみに炭化タングステンによってもたらされる靱性が必要なことが判明した。92パーセントの炭化タングステンが広く使用されているのは、穿孔プロセス中に穿孔速度及び貫入速度を高くすることによって孔の形成時間を短縮するために行われた経験的な研究の結果である。穿孔速度を高め、孔位置の精度を良好なものとすることを求めて、ドリル・ビットの炭化タングステン含有

量を高める試みは、穿孔プロセス中に除去されるボード切り屑の影響のため不成功に終わった。切削速度を高くすると、切り屑がドリルの溝の中で動かなくなり、孔の形が粗くなったりドリル・ビットの破局的な破損を引き起こしたりする。後者の場合、通常そのプリント回路板はスクラップになる。

【0007】また、プリント回路板の大きさが小さくなると、孔の位置精度の重要性が増す。積み重ねた3枚のプリント回路板に一度に孔を開けるのに従来のマイクロドリルを使用すると、3シグマの位置精度が約0.075ミリメートルになる。マイクロドリルの組成の研究で、炭化タングステンの濃度が高くなるほど位置精度は良くなることが示されている。しかしながら、そのように濃度が高くなると、前に述べたように、孔が粗くなりドリル・ビットの破損の発生が多くなる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】したがって、孔の位置精度を維持または改善し、孔の粗さを改善し、孔の形成を迅速にし、再刃付けサイクル間のマイクロドリル・ビットの耐用期間を延ばすマイクロドリルが必要とされる。

【0009】

【課題を解決するための手段】従来技術に特徴的な問題は、低摩擦溝の炭化タングステン・ベースのマイクロドリルの利用により解決される。マイクロドリルは、溝付きのねじれ刃ドリルを炭化タングステンで作成し、マイクロドリルの表面に極めて低摩擦の材料を被覆し、ねじれ刃ドリルの切削面のファセットにおいて炭化タングステンを露出させることによって作成する。ねじれ刃ドリル自体は、炭化タングステンの含有量が高く、ドリル・ボディに溝が彫られ、ドリルの溝面が極めて低摩擦の材料の薄い層で被覆され、切削先端のファセットにおいて炭化タングステンが露出しているという特徴がある。

【0010】本発明の特定の形態においては、94パーセントの炭化タングステンのマイクロドリル・ボディに、化学気相蒸着(CVD)によって、シリコン強化ダイヤモンド状カーボン(高温ダイヤモンド状カーボンと呼ばれる)を、公称厚さ1~6ミクロンに被覆する。次に、ドリルの先端を刃付けして、第1及び第2のファセットにおいて炭化タングステンを露出させる。シリコン強化高温ダイヤモンド状カーボンの被覆が、マイクロドリル上の切削先端以外の部分に残る。シリコン強化高温ダイヤモンド状カーボンの摩擦は小さいため、特に切り屑の張り付きが少なくマイクロドリルの温度が高温にならないという点で、マイクロドリルの溝の切り屑除去特性が著しく改善される。シリコン強化高温ダイヤモンド状カーボンは、最初マイクロドリル・ボディのマージン及び2番取り面(relief)上にあり、その位置の摩擦を低減するが、これらの付着物は、ドリルの使用によって磨耗する傾向がある。しかし、溝中の特に有用な付着物

は、ドリルの耐用期間が終わるまで十分な量だけ残り、溝面に沿った摩擦を著しく減少させ、それによりマイクロドリル・ビットの切削先端からの切り屑の除去を促進する。

【0011】溝面の低摩擦被覆が、低摩擦の溝によって高くなった炭化タングステン比率とあいまって、孔位置精度が高く、切り屑負荷性能が公称40パーセント増大し、再刃付けまでのビットの耐用期間が延びたマイクロドリルを提供する。その結果、プリント回路板メーカーのドリル装置のスループットが著しく上昇し、マイクロドリルの交換コストが低下する。

【0012】

【発明の実施の形態】電子プリント回路板に孔を開けるには、一般に炭化タングステン・ベースのマイクロドリルが使われる。マイクロドリル・ビットの形状と組成を選択する際には、マイクロドリルの耐用期間のバランスをとるために、刃付けサイクルと、マイクロドリルの位置精度と、切り屑負荷量と、孔の品質との間でトレードオフを行う。たとえば、直径0.1~0.5ミリメートルの範囲の従来のマイクロドリルは、再刃付けまでの間に1500孔よりも著しく短い平均ドリル耐用期間と、0.075ミリメートルの典型的な3シグマ穿孔位置精度と、公称約0.025ミリメートル(1ミル)の切り屑負荷量を示す。この性能は、8パーセントのコバルト・バインダで接合された92パーセントの炭化タングステン結晶からなるマイクロドリルでは代表的なものである。

【0013】本発明は、溝面の摩擦の重要性を認識し、溝面用の低摩擦で高温耐性の独特な被覆を開発することにより、従来技術の性能の制限を克服する。この組合せにより、再刃付けまでの耐用期間が延び、穿孔位置精度が改善され、切り屑負荷性能が著しく高まり、ドリルの破損が減少し、プリント回路板内に形成したビア・ホール品質が改善された、マイクロドリルの設計が提供される。本発明によるマイクロドリルの重要な要素は、ドリルの溝面に高温耐性の低摩擦被覆を使用すること、及びそのような被覆をマイクロドリルの切削先端のファセットには設けないことである。

【0014】マイクロドリルを使ってプリント回路板にビア・ホールを形成することに関する穿孔現象の研究によって、溝面の摩擦が、より早く、より正確で、より良い孔の形成にとって重要で制約的なパラメータであるという結論が導かれた。被覆材料の評価では、高温ダイヤモンド状カーボンが、十分な耐磨耗性と、十分な高温耐性と、特に小さい摩擦係数を有することが確認された。一般にダイヤモンド状カーボンとして知られる単なるアモルファス・カーボンは、所望の低い摩擦を示すが、このダイヤモンド状カーボンは、通常のプリント回路板の穿孔温度に耐えることはできない。マイクロドリルの溝面は普通、350~450℃の範囲の温度を発生する。

しかし、シリコン強化ダイヤモンド状カーボン、ダイヤモンド状カーボンの被覆の特徴である低い摩擦と高い耐磨耗性を示しながら、溝面に必要な高温耐性を提供する。

【0015】溝面をシリコン強化ダイヤモンド状カーボンで被覆したマイクロドリルの試験で、摩擦が小さいために、切り屑負荷が約40パーセント増大してもよいことが確認された。さらに、ドリルの送り速度が早くなるほど、ドリルの磨耗は少なくなる。その上、溝を低摩擦材料で被覆した場合、ドリル材料の炭化タングステン含有量を94パーセントまで高めることができ、マイクロドリル先端の耐磨耗性がさらに改善される。同時に、マイクロドリルの平均耐用期間は、再刃付けが必要になるまでの穿孔数が、約1100から約6000まで増大する。

【0016】また、炭化タングステンの含有率が94パーセントに変化すると、3シグマ穿孔位置精度も、現在の0.075ミリメートルから約0.05ミリメートルに改善される。ただし、その改善は、マイクロドリルの先の切削先端の表面には被覆材料があってはならないという認識の上に成り立つ。ドリル先端の切削面上に低摩擦の被覆材料があると、ドリル先端の実効すべりが大きくなり、孔の位置精度が実際に低下すると思われる。

【0017】図1に、本発明が関係するタイプのマイクロドリル1を示す。マイクロドリルのシャンク2は、マイクロドリル・ボディ3よりも直径がかなり大きい。マイクロドリル・ボディ3は、6パーセントのコバルト・バインダで固めた94パーセントの炭化タングステン結晶からなる。マイクロドリル・ボディ3は、シリコン強化ダイヤモンド状カーボンによって、公称厚さ1〜6マイクロメートルに被覆されているが、シャンク2はそうではない。これは、図1では、斑点で示されている。被覆工程を簡単にするため、図1のビットは、マイクロドリル・ボディ3の全体にわたって被覆が付着されている。本発明の重要な態様は、ドリル1の少なくとも溝4に低摩擦被覆があることである。孔を開けている間に外側面が強く接触すると、何回か使用した後は溝面にだけ低摩擦被覆材料が残る。図1は、切削端5の先端面を刃付けする前のドリルを示す。

【0018】シリコン強化高温ダイヤモンド状カーボン被覆の形成は、オグリ等の論文「Tribological Properties and Characterization of Diamond-Like Carbon Coatings with Silicon Prepared by Plasma-Assisted Chemical Vapour Deposition」、Surface and Coatings Technology、47巻、710〜721ページ（1991年）に記載された方法で行うことができる。この論文の内容を参照により本明細書に組み込む。オグリ等が述べているように、高純度のCH₄、SiC₁₄、H₂、及びアルゴン・ガスを化学的気相付着チャンバにチャンバ圧力4トルで導入する。H₂の流量は毎分750立方センチメー

ル、アルゴンの流量は毎分500立方センチメートル、CH₄の流量は毎分0〜80立方センチメートルの範囲で変わり、SiC₁₄の流量は毎分0〜7.5立方センチメートルの範囲で変わる。付着温度は、550℃に維持する。プラズマを生成するために使用される直流電圧及び電流は、それぞれ330〜440ボルト及び1.5〜2アンペアの範囲であり、これは、CH₄及びSiC₁₄の流量に依存し、その温度を一定に保つために必要である。このような条件下では、被覆は毎時1〜4マイクロメートルの速度で付着する。他の付着方法でも同様の被覆を作成できることは明らかであり、重要な目的は、マイクロドリルの溝面に低摩擦の被覆を行うことである。

【0019】様々な被覆の摩擦特性の評価により、アモルファス・カーボン、特にシリコン強化高温ダイヤモンド状カーボンが、約0.015の低い摩擦係数を示すことが立証された。これとはまったく対照的に、炭化タングステンの摩擦係数は、その約60倍の約0.9である。多結晶ダイヤモンドなど他の耐久性のある化学的気相付着被覆も、比較的高い摩擦係数を有する。例えば、多結晶ダイヤモンドの表面は、付着時に0.4、研磨後は0.02である。溝の被覆の研磨は、特に必要ではない。

【0020】図2は、完成したマイクロドリルの好ましい構成を示す。図示したように、シリコン強化高温ダイヤモンド状カーボン被覆は、溝4の表面、ドリルの2番取り面7、及びドリルのマージン8上にある。しかし、マイクロドリル先端6の切削先端ファセットには、付着中のマスキング、付着後のエッチング除去、あるいは好ましい工程ではドリル先端の刃付け時の除去の結果として被覆がなくなっている。

【0021】図3に、マイクロドリル先端6の拡大図を示す。図示したように、マイクロドリルは、主ファセット11の切削エッジ9によって除去される切り屑を受ける2つの溝4を有する。副ファセット12は、マイクロドリルが回転するとき切り屑を剥いで溝4に送る。主ファセット11及び副ファセット12では、炭化タングステンが露出していることに特に留意されたい。

【0022】ドリルの使用により、2番取り面7とマージン8の高くなった接触面は、マイクロドリルの耐用期間の比較的早い時期に被覆がなくなると予想される。これらの面は最初、マイクロドリルの摩擦及びそれに関連するマイクロドリルの加熱を低減するのに役立つが、本発明の重要な特徴は、マイクロドリルの溝面に、低摩擦の好ましくはシリコン強化高温ダイヤモンド状カーボンの被覆があることである。したがって、低摩擦被覆が、溝に選択的に付着されたものであろうと磨耗の結果溝にだけ残ったものであろうと、本発明の特徴は、溝面が被覆されていること、及びドリルの先端切削面に被覆がないことの組合せである。

【0023】低摩擦被覆を選択的にマイクロドリルの溝面にのみ設け先端の切削面には設けないことによって、マイクロドリルの耐用期間は約5倍改善される。位置精度は約30パーセント改善され、切り屑負荷は約40パーセント高まり、同時に、マイクロドリルの破損が低減し、プリント回路板の孔の品質が改善される。寸法が小さくなる傾向にあって、これらの改良は、ビア・ホールを有する先端のプリント回路板を効率よく製造するために重要である。

【0024】まとめとして、本発明の構成に関して以下 10
の事項を開示する。

【００２５】（１）炭化タングステンを含む材料で溝付きドリルを作成する段階と、前記ドリルの溝面に極めて低摩擦の材料を被覆する段階と、前記ドリルの切削面に前記炭化タングステンを露出させる段階とを含むドリルを作成する方法。

(2) 前記被覆段階が、前記ドリルを高温ダイヤモンド状カーボンで被覆する処理を含み、前記露出段階が、前記切削面から前記高温ダイヤモンド状カーボンを選択的に除去する処理を含むことを特徴とする、上記(1)に記載の方法。

(3) 前記被覆した材料の厚さが、公称1～10マイクロメートルであることを特徴とする、上記(1)または(2)に記載の方法。

(4) 前記露出段階が、前記ドリルの先端の刃付け作業を含むことを特徴とする、上記(1)または(2)に記載の方法。

(5) 前記ドリルが2つの溝を有し、前記ドリルの組成が、公称94パーセントの炭化タングステン結晶と6パーセントのコバルト・バインダであり、前記ドリルの直径が、公称0.5ミリメートル以下であることを特徴とする、上記(1)ないし(4)のいずれか一項に記載の方法。

(6) 実質的に炭化タングステンからなる溝付きドリル・ボディと、前記ドリル・ボディの溝面を被覆する極め

て低摩擦の材料の薄い層と、前記炭化タングステンが露出した、前記ドリル・ボディの切削面のファセットとを備えるドリル。

(7) 前記薄い層が高温ダイヤモンド状カーボンからなり、前記露出した炭化タングステンが、前記ドリル・ボディの刃付け先端にあることを特徴とする、上記(6)に記載のドリル。

(8) 前記薄い層の厚さが、公称1～10マイクロメートルであることを特徴とする、上記(6)または(7)に記載のドリル。

(9) 前記ドリルが2つの溝を有し、前記ドリルの組成が、公称94パーセント以上の炭化タングステン結晶と6パーセント以下のコバルト・バインダであり、前記ドリルの直径が、公称0.5ミリメートル以下であることを特徴とする、上記(6)ないし(8)のいずれか一項に記載のドリル。

【図面の簡単な説明】

【図1】高温ダイヤモンド状カーボンで被覆した刃付け前のマイクロドリルを示す図である。

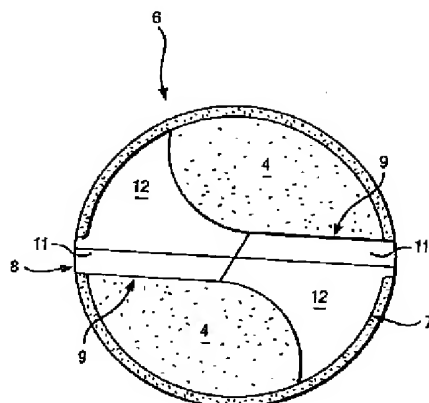
【図2】刃付けによって刃先を作成した後の好ましいマイクロドリルを示す図である。

【図3】被覆していないファセットを示す、先端から見たマイクロドリルを示す図である。

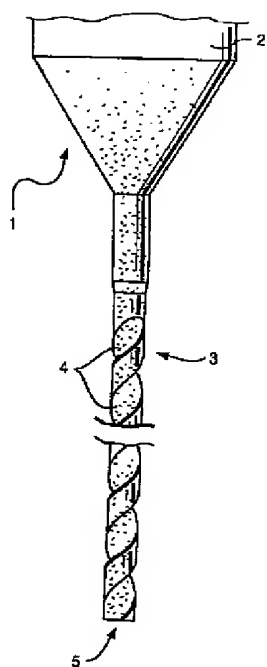
【符号の説明】

- 1 マイクロドリル
- 2 シャンク
- 3 ドリル・ボディ
- 4 溝
- 5 切削端
- 6 マイクロドリル先端
- 7 ドリル2番取り面
- 8 ドリル・マージン
- 9 切削エッジ
- 11 主ファセット
- 12 副ファセット

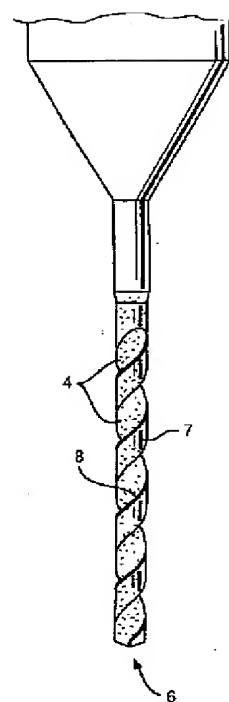
【図3】



【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 リチャード・ウェイン・バーンズ
アメリカ合衆国78664 テキサス州ラウン
ド・ロック ガーデン・パス 805
(72)発明者 グレン・ダグラス・ジョンソン
アメリカ合衆国78737 テキサス州オース
チン タラ・レーン 9105

(72)発明者 ジョー・ネグロン
アメリカ合衆国78634 テキサス州ハット
ー グリーンリッジ・ドライブ 213
(72)発明者 オリヴァー・ケント・スパークマン
アメリカ合衆国78628 テキサス州ジョー
ジタウンフォーンリッジ 307
(72)発明者 デール・ウェイン・ウィルハイト
アメリカ合衆国78681 テキサス州ラウン
ドロックボブホワイト・コート 1209

PAT-NO: JP409011050A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09011050 A
TITLE: MICRODRILL AND MANUFACTURE
THEREOF
PUBN-DATE: January 14, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
BICKHAM, MICHAEL	N/A
BURNS, RICHARD W	N/A
JOHNSON, GLENN D	N/A
NEGRON, JOE	N/A
SPARKMAN, OLIVER K	N/A
WILHITE, DALE W	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
INTERNATL BUSINESS MACH CORP	N/A

APPL-NO: JP08133328

APPL-DATE: May 28, 1996

PRIORITY-DATA: 95494048 (June 23, 1995)

INT-CL (IPC): B23P015/32 , B23B051/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To extend a durable

period by coating the flute face of a drill with material of extremely low friction, and exposing tungsten carbide on the cutting face of the drill.

SOLUTION: Silicon reinforced high temperature diamond-like carbon coating is on the surface of flutes 4, the relieving face 7 of a drill, and the margin 8 of the drill, but there is no coating on the cutting tip facets 11, 12 of a microdrill tip 6 as a result of masking during adhesion, etching elimination after adhesion or elimination at the time of edging the drill tip in a desirable process. The microdrill has two flutes 4 for receiving chips removed by a cutting edge 9 of the main facet 11. The auxiliary facet 12 peel off chips and feeds them to the flutes 4 when the microdrill is rotated. Tungsten carbide is exposed in the main facet 11 and auxiliary facet 12.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO